

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PERKULIAHAN
6 LANTAI +1 BASEMENT DENGAN SISTEM RANGKA
PEMIKUL MOMEN MENENGAH
DI WILAYAH SOLO**

Tugas Akhir

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

MASCHUN AFIF

NIM: D100 140 291

**PROGAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2019

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PERKULIAHAN 6 LANTAI +1 BASEMENT DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH DI WILAYAH SOLO

Tugas Akhir

diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal 09 Mei 2019....

oleh :

MASCHUN AFIF
NIM : D100 140 291

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing,



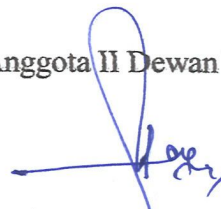
Budi Setiawan, S.T., M.T.
NIK : 785

Anggota I Dewan Penguji



Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D.
NIK : 792

Anggota II Dewan Penguji



Yenny Nurchasanah, S.T., M.T.
NIK : 921

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil

Surakarta, 16 Mei 2019....

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D.
NIK : 733

Ketua Prodi Teknik Sipil



Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D.
NIK : 792

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Maschun Afif
NIM : D 100 140 291
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil
Judul : Perencanaan Struktur Gedung Perkuliahan 6
Lantai +1 *Basement* Dengan Sistem Rangka
Pemikul Momen Menengah Di Wilayah Solo

Menyatakan bahwa tugas akhir/skripsi yang saya buat dan serahkan ini, merupakan hasil karya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan dari mana sumbernya. Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang telah dibuat.

Surakarta, 16 Mei 2019.....

Yang menyatakan,


Maschun Afif
D 100 140 291

MOTTO

*Jadilah seperti bunga yang memberikan keharuman bahkan
kepada tangan yang telah menghancurkannya
(Ali bin Abi Thalib)*

*Bila kau cemas dan gelisah akan sesuatu, masuklah
kedalamnya sebab ketakutan menghadapinya lebih
mengganggu daripada sesuatu yang kau takuti sendiri
(Ali bin Abi Thalib)*

*Barang siapa merasa letih di malam hari karena berkerja,
maka di malam itu ia diampuni.
(H.R. Ahmad)*

*Balas dendam terbaik adalah menjadikan dirimu lebih baik
(Ali bin Abi Thalib)*

*Jangan menilai keburukan orang lain sebelum kamu menilai
keburukanmu sendiri
(Anonim)*

*Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka
apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah
dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.
(Q.S. Al-Insyirah : 6-7)*

PERSEMBAHAN

- Orang tua yang selalu mendoakan setiap malam demi kesuksesan, keselamatan anaknya di dunia maupun di akhirat.
- Keluarga yang juga turut mendoakan segera wisuda.
- Dosen pembimbing Bapak Budi Setiawan yang selalu sabar dalam membimbing dan memberikan arahan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
- Seluruh Dosen teknis sipil UMS yang telah mengajarkan ilmunya berdasarkan keahlian pada bidang masing-masing.
- Teman teman HOKYA, Bella, Rizqi, Arum, Vita, Ria, Bangun, Danung, Ikhsan, Cecep, Dipur selaku teman se team dari semester 6 yang selalu saya repotkan
- Bella Titisari yang selalu membantu dan memberi motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini walaupun kadang kadang sedikit merepotkan
- Rizqi Aziza Rahmawan, Danung Setiawan teman dari awal semester sampai sekarang yang selalu saya repoti tempatnya untuk beristirahat
- Seluruh teman-teman teknik sipil 2014 yang telah memberikan banyak cerita menarik selama menjalani perkuliahan.
- Teman seperjuangan (Naim, Dendi) yang memberikan pencerahan dalam mengerjakan tugas akhir ini
- Teman-teman KMTS UMS yang juga banyak memberikan kenangan hangat

PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji dan syukur Penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga dapat terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul **“PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PERKULIAHAN 6 LANTAI +1 BASEMENT DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH DI WILAYAH SOLO** “. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi sebagian persyaratan untuk mencapai derajat sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Bersama dengan selesainya Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- 1). Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT. PhD., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta .
- 2). Bapak Mochamad Solikin, S.T, M.T, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3). Bapak Budi Setiawan,S.T., M.T., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 4). Bapak Mochamad Solikin, S.T, M.T, Ph.D., dan Ibu Yenny Nurchasanah, S.T, M.T. selaku Dewan Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang juga sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 5). Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
- 6). Bapak, ibu, dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan dorongan baik material maupun spiritual.

- 7). Teman – teman seperjuangan teknik sipil angkatan 2014.
- 8). Semua pihak– pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penyusun, senantiasa mendapatkan pahala dari Allah SWT. *Aamiin*.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, Oleh karena itu segala koreksi dan saran yang bersifat membangun Penyusun harapkan guna penyempurnaan Tugas Akhir ini. Besar harapan Penyusun semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi Penyusun dan Pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta,

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xx
DAFTAR NOTASI	xix
ABSTRAKSI	xxvi
 BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Perencanaan	2
D. Manfaat Perencanaan	2
E. Batasan Masalah	3
F. Keaslian Tugas Akhir	3
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Sistem Rangka Pemikul Momen	4
B. Pembebanan Struktur	4
1. Kekuatan komponen struktur	4
2. Kekuatan perlu	5
C. Beban Gempa	5
1. Faktor penentu beban gempa	5
2. Beban geser dasar statis ekuivalen gempa (V)	8
3. Beban gempa pada lantai (Fi)	8
4. Data dan peta spektrum gempa	9
 BAB III. LANDASAN TEORI	10
A. Perancangan Struktur Atap Rangka Baja	10
1. Perancangan gording	10
2. Perancangan kuda-kuda	11
3. Perancangan sambungan	11
B. Perencanaan Struktur Pelat dan Tangga	12
1. Perencanaan pelat beton bertulang	12
C. Perencanaan Balok	13

1. Perhitungan tulangan longitudinal balok	13
2. Perhitungan tulangan geser balok	14
D. Perencanaan Kolom	15
1. Perhitungan tulangan longitudinal kolom	15
2. Perhitungan tulangan geser kolom	15
E. Perencanaan Fondasi	17
1. Perencanaan fondasi tiang pancang	17
2. Perencanaan <i>poer</i>	17
3. Perencanaan <i>sloof</i>	18
BAB IV. METODE PERENCANAAN	19
A. Data Perencanaan	19
B. Alat Bantu Untuk Perencanaan	19
C. Tahapan Perencanaan	20
BAB V. PERENCANAAN STRUKTUR ATAP	22
A. Rencana Atap	22
B. Perencanaan Gording	23
1. Data-data yang digunakan	23
2. Analisis pembebanan	24
3. Kombinasi Pembebanan	27
4. Kontrol kekuatan dan keamanan gording	28
C. Perencanaan <i>Gable Frame</i>	30
1. Data-data perencanaan	30
2. Analisis pembebanan	30
3. Hitungan gaya-gaya dalam dari program <i>SAP2000</i>	34
4. Kombinasi pembebanan	35
D. Perencanaan Batang Rafter	39
1. Batang rafter sebagai batang tekan	39
2. Batang rafter sebagai balok	40
E. Perencanaan Kolom	42
1. Batang kolom sebagai batang tekan	42
2. Batang rafter sebagai balok	43
F. Perencanaan Sambungan Buhul	46
1. Sambungan buhul C	46
2. Sambungan buhul B dan D	49
G. Perencanaan Plat Dasar Kolom Bersifat Perletakan Sendi	52
BAB VI. PERENCANAAN KONSTRUKSI PLAT	54
A. Perencanaan Plat Atap	54
1. Denah plat lantai atap	54

2. Data-data perencanaan.....	55
3. Analisis pembebanan plat.....	55
4. Perhitungan momen plat.....	55
5. Penulangan plat atap.....	57
B. Perencanaan Plat Lantai.....	65
1. Denah plat lantai.....	65
2. Data-data perencanaan.....	67
3. Analisis pembebanan plat.....	68
4. Perhitungan momen plat lantai.....	68
5. Penulangan plat lantai.....	69
C. Perencanaan Plat Lantai Dan Dinding <i>Basement</i>	78
1. Perencanaan dinding <i>basement</i>	78
2. Perencanaan lantai <i>basement</i>	88
D. Perencanaan Tangga.....	91
1. Perhitungan anak tangga.....	91
2. Data-data perencanaan.....	92
3. Analisis pembebanan.....	92
4. Analisa mekanika (momen pada tangga).....	92
5. Perhitungan tulangan tangga.....	93
BAB VII. ANALISIS BEBAN PADA PORTAL.....	107
A. Beban Gravitasi Pada Struktur Gedung.....	107
1. Data-data pembebanan.....	107
2. Perhitungan beban atap.....	108
3. Analisis pembebanan plat.....	109
4. Perhitungan pembebanan gempa.....	111
B. Analisis Beban Gempa.....	122
1. Klasifikasi situs tanah.....	122
2. Respons spektrum desain.....	123
3. Faktor keutamaan bangunan dan kategori desain seismik.....	125
4. Perhitungan Koefisien beban gempa.....	125
5. Analisis gempa dengan metode <i>Equivalent Lateral Force</i> (ELF).....	126
6. Analisa <i>response spectrum</i>	140
C. Analisa Mekanika Struktur Portal.....	137
1. Hasil analisa mekanika.....	137
2. Validasi hasil <i>output software SAP 2000</i>	137
BAB VIII. PERENCANAAN STRUKTUR UTAMA PORTAL.....	140
A. Kontrol Kecukupan Dimensi Portal.....	140
B. Kontrol Simpangan Antar Lantai Struktur.....	140

	C. Perencanaan Struktur Portal dengan SRPMM	142
	1. Perencanaan balok.....	152
	2. Perencanaan kolom	143
	3. Kontrol kekuatan kolom.....	143
BAB IX.	PERENCANAAN FONDASI	188
	A. Perencanaan Tiang Pancang.....	188
	1. Daya dukung izin tiang pancang	188
	2. Pehitungan jumlah tiang.....	190
	3. Efisiensi kelompok tiang.....	190
	4. Beban minimum setiap tiang pada kelompok tiang	192
	B. Perencanaan <i>Poer</i>	194
	1. Tinjauan tegangan geser 1 arah.....	194
	2. Tinjauan tegangan geser 2 arah.....	195
	3. Penulangan <i>poer</i>	196
	C. Perencanaan <i>Sloof</i>	201
	1. Pembebanan balok <i>sloof</i>	201
	2. Analisa mekanika balok <i>sloof</i>	201
	3. Penulangan <i>sloof</i>	203
BAB X.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	211
	A. Kesimpulan	211
	B. Saran.....	215

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II.1. Faktor keutamaan bangunan Ie untuk berbagai gedung dan non gedung	6
Tabel V.1. Momen kombinasi perencanaan gording	27
Tabel V.2. Beban mati pada rafter	31
Tabel V.3. Hasil perhitungan gaya-gaya dalam <i>gable frame</i> akibat beban mati	34
Tabel V.4. Hasil perhitungan gaya-gaya dalam <i>gable frame</i> akibat beban hidup	34
Tabel V.5. Hasil perhitungan gaya-gaya dalam <i>gable frame</i> akibat beban angin kiri	34
Tabel V.6. Hasil perhitungan gaya-gaya dalam <i>gable frame</i> akibat beban angin kanan	35
Tabel V.7. Hasil perhitungan gaya aksial dalam <i>gable frame</i> akibat beban kombinasi.....	36
Tabel V.8. Hasil perhitungan gaya geser dalam <i>gable frame</i> akibat beban kombinasi.....	37
Tabel V.9. Hasil perhitungan momen lentur dalam <i>gable frame</i> akibat beban kombinasi.....	38
Tabel VI.1. Hasil perhitungan momen plat atapi	56
Tabel VI.2. Tulangan dan momen desain plat atap	64
Tabel VI.3. Momen plat lantai	69
Tabel VI.4. Tulangan dan momen desain plat lantai.....	77
Tabel VI.5. Tulangan dan momen desain plat dinding <i>basement</i>	87
Tabel VI.6. Momen perlu plat lantai <i>basement</i>	90
Tabel VI.7. Penulangan plat lantai <i>basement</i>	90
Tabel VI.8. Momen pada konstruksi tangga	93
Tabel VI.9. Tulangan dan momen desain konstruksi tangga tipe 1	106
Tabel VI.10. Tulangan dan momen desain konstruksi tangga tipe 2	106
Tabel VII.1. Perbandingan analisis <i>SAP2000</i> dan manual	121

Tabel VII.2.	Nilai N-SPT tanah sampai kedalaman 30 m	122
Tabel VII.3.	Distribusi gaya geser dasar gempa arah-x.....	128
Tabel VII.4.	Distribusi gaya geser dasar gempa arah-y.....	128
Tabel VII.5.	Perbandingan analisis <i>SAP2000</i> dan manual.	130
Tabel VII.6.	Perbandingan Waktu Getar Setiap Mode	131
Tabel VII.7.	Output Rasio Partisipasi Massa <i>SAP2000</i>	134
Tabel VII.8.	Output gaya geser dasar	135
Tabel VII.9.	Output gaya geser dasar hasil modifikasi	136
Tabel VII.10.	<i>Output</i> momen akibat gempa arah-X pada <i>SAP2000</i>	137
Tabel VIII.1.	Perhitungan <i>story drift</i>	141
Tabel VIII.2.	Hasil hitungan Q dan R dengan ρ sebesar 1%, 2%, 3%, dan 4% dengan $f_c' = 30$ MPa, $f_y = 400$ MPa.	147
Tabel VIII.3.	Nilai P_u dan M_u kolom K-20 pada berbagai kombinasi.....	150
Tabel VIII.4.	Dimensi rencana akhir portal.	152
Tabel VIII.5.	Kombinasi momen lentur balok B-48	152
Tabel VIII.6.	Momen lentur yang dipakai pada balok B-48	153
Tabel VIII.7.	Gaya geser kombinasi balok B-48	161
Tabel VIII.8.	Gaya aksial kolom As-4 arah-x.....	166
Tabel VIII.9.	Gaya geser kolom As-4 arah-x.....	167
Tabel VIII.10.	Perhitungan pembesar momen lantai basement bagian atas ..	169
Tabel VIII.11.	Perhitungan pembesar momen lantai basement bagian bawah.....	169
Tabel VIII.12.	Hasil kombinasi kolom K-20 arah-x atas.....	170
Tabel VIII.13.	Hasil kombinasi kolom K-20 arah-x bawah.....	170
Tabel VIII.14.	Hasil kombinasi kolom K-20 arah-y atas.....	172
Tabel VIII.15.	Hasil kombinasi kolom K-20 arah-y bawah.....	172
Tabel VIII.16.	Kombinasi beban geser pada daerah luar sendi plastis kolom K-20	175
Tabel VIII.17.	Kombinasi beban geser pada daerah sendi plastis kolom K-20	176

Tabel IX.1.	Daya dukung tiang pancang berdasarkan data N-SPT	190
Tabel IX.2.	Momen perlu <i>sloof</i> S1 portal As-4 ditinjau ketika musim kemarau	202
Tabel IX.3.	Momen perlu <i>sloof</i> S1 portal As-4 ditinjau ketika musim penghujan	202
Tabel IX.4.	Momen perlu <i>sloof</i> S1 portal As-4 untuk perencanaan	203
Tabel IX.5.	Tulangan longitudinal <i>sloof</i> S1 portal As-4	205
Tabel IX.6.	Gaya geser perlu <i>sloof</i> S1 portal As-4 ditinjau ketika musim kemarau	205
Tabel IX.7.	Gaya geser perlu <i>sloof</i> S1 portal As-4 ditinjau ketika musim penghujan	205
Tabel IX.8.	Gaya geser perlu <i>sloof</i> S1 portal As-4 yang digunakan	206
Tabel IX.9.	Hasil perhitungan tulangan geser <i>sloof</i> S1 portal As-4	210
Tabel X.1.	Penulangan plat lantai	212
Tabel X.2.	Penulangan plat atap	212
Tabel X.3.	Penulangan plat lantai dan dinding <i>basement</i>	212
Tabel X.4.	Penulangan plat tangga dan bordes	213
Tabel X.5.	Dimensi dan tulangan balok pada portal As-4	213
Tabel X.6.	Dimensi dan tulangan balok pada portal As-C	214
Tabel X.7.	Dimensi dan tulangan kolom	214

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II.1. Peta <i>spectrum</i> gempa wilayah Solo.	9
Gambar III.1. Skema perencanaan gording	10
Gambar III.2. Skema perencanaan kuda-kuda.....	11
Gambar III.3. Skema perencanaan sambungan baut	12
Gambar III.4. Skema perhitungan tulangan plat.....	12
Gambar III.5. Skema perhitungan tulangan longitudinal balok	14
Gambar III.6. Skema perhitungan tulangan geser balok	15
Gambar III.7. Skema perhitungan tulangan geser kolom portal.....	16
Gambar III.8. Skema perhitungan kebutuhan tiang.....	17
Gambar III.9. Skema kontrol tegangan geser <i>poer</i>	17
Gambar III.10. Skema perhitungan penulangan plat <i>poer</i>	18
Gambar IV.1. Tahapan perencanaan tugas akhir	21
Gambar V.1. Denah rencana atap	22
Gambar V.2. Kuda-kuda utama (KK).	23
Gambar V.3. Penampang baja profil kanal C _{100 x 50 x 20 x 1.6}	24
Gambar V.4. Pembebanan beban mati	31
Gambar V.5. Pembebanan Angin Kanan	32
Gambar V.6. Pembebanan Angin Kiri	33
Gambar V.7. Kerangka gable frame	39
Gambar V.8. Kerangka gable frame	42
Gambar V.9. Sambungan buhul C	46
Gambar V.10. Potongan sambungan buhul C	47
Gambar V.11. Sambungan buhul B dan D	49
Gambar V.12. Potongan sambungan buhul B dan D.....	50
Gambar V.13. Potongan plat dasar sendi	53
Gambar VI.1. Denah plat lantai atap	54
Gambar VI.2. Denah plat lantai 1.	66
Gambar VI.3. Denah plat lantai 2 s.d. 6.	67
Gambar VI.4. Tekanan tanah dan air pada dinding dan lantai <i>basement</i> . ..	78

Gambar VI.5.	Denah plat lantai <i>basement</i>	88
Gambar VI.6.	Denah dan sketsa konstruksi tangga tipe 1.	91
Gambar VI.7.	Momen tangga tipe 1	93
Gambar VII.1.	Pembebanan pada portal 3D di <i>software SAP 2000</i>	107
Gambar VII.2.	Notasi As dan penyebaran beban gravitasi pada lantai atap	109
Gambar VII.3.	Notasi As dan penyebaran beban gravitasi pada lantai 2 s/d lantai 6	110
Gambar VII.4.	Notasi As dan penyebaran beban gravitasi pada lantai 1	110
Gambar VII.5.	Distribusi beban pada portal as-C	111
Gambar VII.6.	Spesifikasi Lift Produksi <i>Hyundai Elevator Co. Ltd.</i>	113
Gambar VII.7.	Hasil analisis beban mati dan beban hidup <i>SAP2000 (base reactions)</i>	121
Gambar VII.8.	Pemilihan wilayah dan koordinat pada situs PU	124
Gambar VII.9.	Diagram respons spektrum dari aplikasi PU	124
Gambar VII.10.	Output Waktu Getar dan Frekuensi.	127
Gambar VII.11.	<i>Load pattern</i> EQ.X IBC 2009 pada <i>SAP2000 v.15</i>	129
Gambar VII.12.	Hasil analisis beban gempa <i>SAP2000 (base reactions)</i>	129
Gambar VII.13.	Desain Respons Spectrum	130
Gambar VII.14.	Output Waktu Getar dan Frekuensi dari <i>SAP2000</i>	131
Gambar VII.15.	<i>Analysis Case</i> Gempa <i>Response Spectrum</i> Arah-X	132
Gambar VII.16.	<i>Analysis Case</i> untuk Modal	133
Gambar VII.17.	Modifikasi <i>Scale Factor</i>	136
Gambar VIII.1.	Diagram desain kolom dengan mutu beton $f'_c = 25$ Mpa dan $f_y = 410$ MPa	148
Gambar VIII.2.	Diagram desain kolom K-20 $f'_c = 25$ Mpa, $f_y = 410$ MPa..	151
Gambar VIII.3.	Tulangan longitudinal balok B-48	156
Gambar VIII.4.	Selimut momen balok B-48	160
Gambar VIII.5.	Pemasangan tulangan geser balok B-48	164
Gambar VIII.6.	Penulangan balok B-48 portal As-4	165
Gambar VIII.7.	Plot nilai Q dan R kolom K-20 arah x atas dari berbagai kombinasi	171

Gambar VIII.8.	Plot nilai Q dan R kolom K-20 arah x bawah dari berbagai kombinasi.....	171
Gambar VIII.9.	Plot nilai Q dan R kolom K-20 arah y atas dari berbagai kombinasi	173
Gambar VIII.10.	Plot nilai Q dan R kolom K-20 arah y bawah dari berbagai kombinasi.....	173
Gambar VIII.11.	Detail penulangan longitudinal kolom K-20	174
Gambar VIII.12.	Pemasangan tulangan geser kolom K-20.....	178
Gambar VIII.13.	Diagram M-N kolom K-20 arah x	184
Gambar VIII.14.	Diagram M-N kolom K-20 arah y	184
Gambar VIII.15.	Plot P_u kombinasi $(1,2+0,2S_{DS})D+0,5L-E$ pada diagram M-N kolom K-20.....	185
Gambar IX.1.	Skema pemasangan pondasi tiang pancang	188
Gambar IX.2.	Penempatan tiang pancang untuk kolom K-20	191
Gambar IX.3.	Tegangan geser 1 arah	194
Gambar IX.4.	Tegangan geser 2 arah	195
Gambar IX.5.	Penulangan pondasi tiang pancang kolom K-20	200
Gambar IX.6.	Momen pada <i>sloof</i> portal As-4 ditinjau ketika musim kemarau.....	202
Gambar IX.7.	Momen pada <i>sloof</i> portal As-C ditinjau ketika musim peng hujan.....	202
Gambar IX.8.	Tulangan longitudinal <i>sloof</i> S1 ujung kiri	205
Gambar IX.9.	Pembagian daerah tulangan geser <i>sloof</i> S1	206
Gambar IX.10.	Penulangan <i>sloof</i> S1	210

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Tabel Perhitungan Tulangan Balok Induk Portal As-4 dan As-C
LAMPIRAN 2	Tabel Perhitungan Tulangan Kolom Portal As-4 dan As-C
LAMPIRAN 3	Tabel Perhitungan Tulangan Balok Anak
LAMPIRAN 4	Data Penyelidikan Tanah Lokasi Perencanaan
LAMPIRAN 5	Spesifikasi Mini Pile WKA Beton
LAMPIRAN 6	Tabel Perhitungan Tulangan <i>Sloof</i>
LAMPIRAN 7	Tabel Perhitungan Tulangan <i>Poer</i>
LAMPIRAN 8	Gambar Rencana

DAFTAR NOTASI

A	= Luas penampang batang profil baja, cm^2 .
A_{an}	= luas tulangan kolom antara pada join, mm^2 .
A_{cp}	= luas penampang keseluruhan, termasuk rongga pada penampang berongga (lihat daerah yang diarsir), mm^2 .
A_g	= luas bruto penampang kolom, mm^2 .
A_j	= luas daerah buhul (<i>joint</i>), mm^2 .
A_{jh}	= luas tulangan geser join horisontal, mm^2 .
A_{jv}	= luas tulangan geser join vertikal, mm^2 .
A_k	= luas tulangan khusus, mm^2 .
A_n	= $A_g - A_{st}$ = luas bersih (<i>netto</i>) beton pada suatu penampang kolom, mm^2 .
A_{oh}	= luasan yang dibatasi garis begel terluar, mm^2 .
A_s	= luas tulangan tarik, mm^2 .
A_s'	= luas tulangan tekan, mm^2 .
$A_{s,k}$	= luas tulangan tarik kolom, mm^2 .
$A_{s,k}'$	= luas tulangan tekan kolom, mm^2 .
$A_{s,\text{min}}$	= luas tulangan minimal sesuai persyaratan, mm^2 .
A_{st}	= luas total tulangan, mm^2 .
$A_{s,u}$	= luas tulangan tarik perlu, mm^2 .
$A_{s,u}'$	= luas tulangan tekan perlu, mm^2 .
A_t	= luas tulangan longitudinal torsi, mm^2 .
A_{vs}	= luas tulangan geser, mm^2 .
A_{vt}	= luas tulangan torsi (sengkang) per meter, m^2 .
$A_{v,u}$	= luas tulangan geser perlu, mm^2 .
a	= tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekuivalen, mm.
B	= ukuran lebar portal dalam arah pembebanan gempa, m.
b	= ukuran lebar penampang struktur, mm. = lebar sayap profil baja, mm. = ukuran horisontal terbesar denah struktur gedung pada tingkat yang ditinjau diukur tegak lurus pada arah pembebanan, m.
b_b	= lebar balok, mm.

b_j	= ukuran lebar penampang join, mm.
b_k	= lebar kolom, mm.
b_o	= keliling dari penampang kritis pada fondasi, mm.
C	= kohesi, kg/cm^2 .
C_c	= gaya tekan beton, kN.
C_{ki}	= gaya tekan beton pada balok disekitar join bagian kiri, kN.
C_{ka}	= gaya tekan beton pada balok disekitar join bagian kanan, kN.
C_1	= nilai faktor respons gempa yang diperoleh dari spektrum respons gempa rencana untuk waktu getar alami fundamental dari struktur gedung.
c	= jarak antara serat beton tepi ke garis netral, mm.
c_1	= koefisien tergantung pada jenis beban dan kondisi perletakan.
c_2	= koefisien tergantung posisi beban vertikal terhadap pusat gesernya.
D	= diameter tulangan deform, mm.
d	= ukuran tinggi manfaat struktur (balok, kolom, pelat, <i>poer</i>), mm.
d_b	= diameter tulangan pokok, mm.
d_i	= simpangan horisontal lantai tingkat ke-i, mm.
d_p	= diameter tulangan geser polos, mm.
d_s	= jarak antara tepi serat beton tarik dan pusat berat tulangan tarik, mm.
d_s'	= jarak antara tepi serat beton tekan dan pusat berat tulangan tekan, mm.
E	= beban gempa, kN. = modulus elastisitas baja. kg/cm^2 .
e_d	= eksentrisitas rencana, m.
F_i	= beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada pusat massa pada taraf lantai tingkat ke-i struktur atas gedung, kN.
f'_c	= kuat tekan beton yang diisyaratkan, MPa.
f_y	= tegangan leleh baja tulangan, MPa.
f_{yl}	= tegangan leleh tulangan longitudinal, MPa.
f_{yv}	= tegangan leleh tulangan sengkang, kNm.
f_1	= faktor kuat lebih beban dan bahan yang terkandung di dalam struktur gedung.

	= faktor kuat leleh batang.
f_2	= faktor selimut beton.
f_3	= faktor sengkang atau sengkang ikat.
f_4	= faktor tulangan lebih.
f_5	= faktor beton agregat ringan.
f_6	= faktor tulangan berlapis epoksi.
g	= percepatan gravitasi yang ditetapkan sebesar 9810 mm/det^2
H	= tinggi gedung, m.
	= beban air hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air, kN.
h	= tinggi balok, mm.
	= ukuran tinggi penampang struktur, mm.
	= tinggi profil baja, mm.
h_c	= ukuran tinggi penampang kolom, mm.
	= kedalaman retakan, m.
h_n	= tinggi bersih kolom, m.
I	= Lebar bidang injakan (<i>aantrede</i>), atau lebar anak tangga, cm.
	= faktor keutamaan gedung.
I_1	= faktor keutamaan untuk menyesuaikan periode ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung.
I_2	= faktor keutamaan untuk menyesuaikan periode ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian umur gedung tersebut.
i	= jari-jari kelembaman batang, cm.
K	= faktor momen pikul, MPa.
K_a	= koefisien tekanan tanah aktif
K_{maks}	= faktor momen pikul maksimal, MPa.
L	= beban hidup, kN.
	= jarak antar kuda-kuda, m.
L_a	= beban hidup di atap, kN.
L_E	= <i>Location of Earthquake</i>
L_k	= panjang tekuk batang, cm.

	= panjang tekuk batang tersebut.
$L_{n,b}$	= bentang balok pada balok yang ditinjau, m.
l_b	= bentang bruto balok, m.
$l_{b,a}$	= panjang bruto balok di kanan buhul, m.
$l_{b,i}$	= panjang bruto balok di kiri buhul, m.
l_k	= panjang bruto kolom, m.
$l_{k,a}$	= panjang bruto kolom di atas buhul, m.
$l_{k,b}$	= panjang bruto kolom di bawah buhul, m.
l_n	= bentang bersih balok, m.
$l_{n,a}$	= panjang bersih balok di kanan buhul, m.
$l_{n,i}$	= panjang bersih balok di kiri buhul, m.
L_u	= panjang kolom, m.
$M_{D,k}$	= momen kolom akibat benda mati, kNm.
$M_{E,k}$	= momen kolom akibat beban gempa, kNm.
M_{kap}	= momen kapasitas, kNm.
$M_{L,k}$	= momen kolom akibat benda hidup, kNm.
M_p	= momen puntir, kNm.
M_{pr}	= momen kapasitas balok, kNm.
$M_{pr,i}$	= momen kapasitas balok di kiri buhul, kN-m.
$M_{pr,a}$	= momen kapasitas balok di kanan buhul, kN-m.
M_r	= momen rencana, kNm.
$M_u^{(+)}$	= momen perlu positif, kNm.
$M_u^{(-)}$	= momen perlu negatif, kNm.
$M_{u,b}$	= momen perlu balok, kNm.
$M_{u,k}$	= momen perlu, kNm.
$M_{u,ka}$	= momen perlu ujung kolom atas dari kolom yang ditinjau, kNm.
$M_{u,kb}$	= momen perlu ujung kolom bawah dari kolom yang ditinjau, kNm.
N	= Gaya tekan pada batang, kg.
$N_{u,k}$	= gaya normal perlu kolom, kN.
n	= jumlah tingkat struktur gedung. = nomor lantai tingkat paling atas.

P_a	= tekanan tanah aktif total, kN/m.
$P_{D,k}$	= gaya normal kolom akibat beban mati, kN.
$P_{E,k}$	= gaya normal kolom akibat beban gempa, kN.
$P_{L,k}$	= gaya normal kolom akibat beban hidup, kN.
P_o	= beban aksial sentris atau beban aksial pada sumbu kolom, kN.
$P_{U,k}$	= gaya normal perlu kolom, kN.
$P_{u,k,maks}$	= gaya normal perlu maksimum kolom, kN.
p_{cp}	= keliling penampang keseluruhan (keliling batas terluar daerah yang diarsir), mm.
p_h	= keliling daerah yang dibatasi oleh sengkang tertutup, mm ² .
R	= faktor reduksi gempa yang bergantung pada faktor daktilitas struktur gedung tersebut. = reaksi yang ditimbulkan akibat beban-beban yang bekerja, kg.
R_v	= faktor reduksi jumlah lantai tingkat di atas kolom yang ditinjau.
S	= bentang balok yang dipasang sengkang torsi = 1000 mm.
T	= Tinggi bidang tanjakan (<i>optrede</i>), atau tinggi anak tangga, cm.
T_{ka}	= gaya tarik tulangan pada balok disekitar join bagian kanan, kN.
T_{ki}	= gaya tarik tulangan pada balok disekitar join bagian kiri, kN.
T_n	= kuat torsi nominal, kNm.
T_R	= waktu getar alami fundamental gedung beraturan berdasarkan rumus Rayleigh, detik.
T_r	= momen puntir / torsi rencana, kNm.
T_u	= torsi terfaktor atau torsi perlu, kNm.
T_1	= waktu getar alami fundamental struktur gedung, detik.
t_b	= tebal badan profil baja, mm.
t_s	= tebal sayap profil baja, mm.
V	= beban (gaya) geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh gempa rencana yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung beraturan, kN.
V_c	= kuat geser beton, kN.
V_{ch}	= gaya horizontal yang ditahan beton, N.

V_{cv}	= gaya geser vertikal yang ditahan beton, N.
$V_{D,b}$	= gaya geser balok akibat beban mati, kN.
$V_{D,k}$	= gaya geser kolom akibat beban mati, kN.
$V_{E,b}$	= gaya geser balok akibat beban gempa, kN.
$V_{E,k}$	= gaya geser kolom akibat beban gempa, kN.
V_{jh}	= gaya geser buhul (<i>joint</i>) horisontal, N.
V_{kol}	= gaya geser kolom, kN.
$V_{L,b}$	= gaya geser balok akibat beban hidup, kN.
$V_{L,k}$	= gaya geser kolom akibat beban hidup, kN.
V_s	= gaya geser yang ditahan begel, kN.
V_{sh}	= gaya geser horizontal yang ditahan oleh begel, N.
V_{sv}	= gaya geser vertikal yang ditahan begel, N.
V_u	= gaya geser perlu, N.
V_{ud}	= gaya geser perlu balok pada jarak d dari muka kolom, kN.
V_{u1}	= gaya geser perlu pada daerah tumpuan balok, kN.
V_{u2}	= gaya geser perlu pada daerah lapangan balok, kN.
V_{u2h}	= gaya geser perlu balok pada jarak $2.h$ dari muka kolom, kN.
v_{jh}	= tegangan geser buhul (<i>joint</i>) horisontal, N/mm^2 .
W	= beban angin, kN.
W_i	= berat lantai tingkat ke- i struktur atas suatu gedung, termasuk beban hidup yang sesuai, kN.
W_t	= berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai, kN.
Z_a	= lengan momen bagian kanan, mm.
Z_i	= lengan momen bagian kiri, mm.
	= ketinggian lantai tingkat ke- i suatu struktur gedung terhadap taraf penjepitan lateral, m.
α	= faktor lokasi penulangan.
α_k	= faktor distribusi momen dari kolom yang ditinjau.
β	= faktor pelapis
δ	= tebal pelat buhul, mm.
δ_{maks}	= lendutan maksimal, cm.

δ_x	= lendutan pada arah x, cm.
δ_y	= lendutan pada arah y, cm.
ϵ'_c	= regangan tekan beton, mm.
ϵ_s	= regangan tarik baja tulangan, mm.
ϕ	= faktor reduksi kekuatan.
	= diameter tulangan polos, mm
γ	= berat jenis tanah, ton/m ³ .
φ	= sudut geser tanah.
λ	= faktor beton agregat ringan.
λ_d	= panjang penyaluran tulangan tarik, mm.
λ_{dh}	= panjang penyaluran kait, mm.
λ_{hb}	= panjang penyaluran dasar, mm.
λ_o	= jarak sendi plastis dari muka kolom, m.
μ	= faktor daktilitas struktur gedung yang boleh dipilih menurut kebutuhan.
θ	= sudut retak = 45° untuk non prategang.
ρ	= rasio tulangan, %.
ρ_{maks}	= rasio tulangan maksimal, %.
ρ_{min}	= rasio tulangan minimal, %.
ρ_t	= rasio tulangan tersedia, %.
$\bar{\sigma}$	= Tegangan dasar baja, kg/cm ² .
$\bar{\sigma}_{kip}$	= tegangan kip, kg/cm ² .
σ_l	= tegangan leleh baja, kg/cm ² .
$\bar{\sigma}_t$	= tegangan tarik ijin baja, kg/cm ² .
ω	= Faktor tekuk yang bergantung pada kelangsingan (λ) dan macam bajanya.
ζ (zeta)	= koefisien pengali dari jumlah tingkat struktur gedung yang membatasi T ₁ bergantung pada wilayah gempa.

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KULIAH 6 LANTAI
+1 BASEMENT DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN
MENENGAH DI WILAYAH SOLO**

MASCHUN AFIF

Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Surakarta,
Jl.A.Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura, Surakarta
e-mail. : maschunafif@gmail.com

Abstrak

Kota Solo merupakan salah satu kota pendidikan yang ada di Indonesia yang mana terdapat instansi-instansi pendidikan seperti kampus dll. Untuk membangun gedung perkuliahan di pusat kota solo tidaklah mudah karena lahan yang minim. Tujuan tugas akhir ini adalah merencanakan struktur gedung perkuliahan 6 lantai +1 *basement* dengan sistem rangka pemikul momen menengah di wilayah Solo dan dihitung berdasarkan SNI 1726-2012, SNI 1727-2013, SNI 2847-2013. Alat / *Software* yang digunakan dalam perencanaan ini meliputi *SAP2000 v.15*, *AutoCad*, *Ms. Word*, *Ms. Excel* dan *SketchUp*. Ada 2 jenis perhitungan utama yaitu perhitungan struktur atas diantaranya perhitungan atap *gable frame*, portal, pelat, tangga dan struktur bawah diantaranya perhitungan pondasi tiang pancang, *sloof*, dan *basement*. Struktur gedung direncanakan tahan gempa menggunakan analisa gempa dinamis berdasarkan peta spektrum wilayah Solo yang didapat dari situs resmi pemerintah yaitu *puskim.go.id*. Pada perhitungan pondasi digunakan mutu beton 30 MPa dan perhitungan struktur yang lain yaitu 25 MPa. Perhitungan atap *gable frame* menggunakan profil IWF 150x150 mm untuk rafter dan profil *channel* 100x50 mm untuk gording. Hasil perhitungan portal didapatkan dimensi kolom lantai *basement* 700x700 mm, lantai 1 650x650 mm, lantai 2-6 600x600 mm dan dimensi balok 400x600 mm untuk semua lantai. Tiang pancang yang digunakan pada perencanaan ini adalah jenis tiang pancang pabrikan dari produsen WIKA Beton dengan dimensi 400x400 mm dan untuk *sloof* 300x500 mm.

Kata Kunci : Atap Gable Frame, Gempa Dinamis, Momen Menengah.

Abstract

Solo City is one of the cities of education in Indonesia where there are educational institutions such as campuses etc. Building a college building in the center of a solo city is not easy because the land is minimal. The purpose of this final project is to plan the structure of 6 floors +1 basement lecture building with a medium moment bearer frame system in the Solo region and calculated based on the SNI 1726-2012, SNI 1727-2013, SNI 2847-2013. The tools / software used in this plan include *SAP2000 v.15*, *AutoCad*, *Ms. Word*, *Ms. Excel* and *SketchUp*. There are 2 main types of calculations, namely the calculation of the upper structure including the calculation of gable frames, portals, plates, stairs and lower structures including calculation of pile, *sloof*, and basement foundations. The

planned earthquake resistant building structure uses dynamic earthquake analysis based on a spectrum map of the Solo region obtained from the official government website, puskim.go.id. In the calculation of the foundation used 30 MPa concrete quality and the calculation of other structures is 25 MPa. Calculation of gable frame roof using IWF profile 150x150 mm for rafter and channel profile 100x50 mm for recording. Portals calculation results obtained column dimensions of 700x700 mm basement floor, 1st floor 650x650 mm, floors 2-6 600x600 mm and beam dimensions 400x600 mm for all floors. The pile used in this plan is a kind of fabrication pile from a manufactur of WIKA Beton with dimension of 400x400 mm in size and for 300 x 500 mm sloof.

Keywords: *Gable Frame of Roof, Dynamic Earthquake, Medium Moment.*